

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11354599
PUBLICATION DATE : 24-12-99

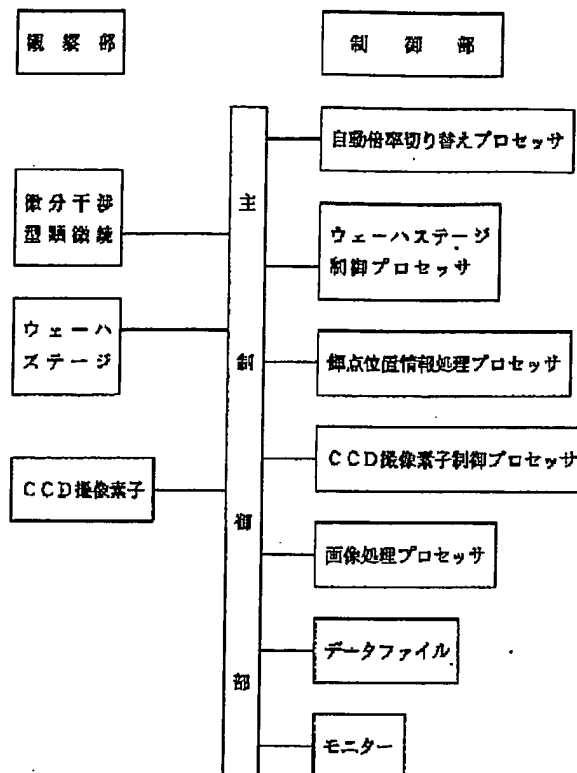
APPLICATION DATE : 09-06-98
APPLICATION NUMBER : 10176716

APPLICANT : MEMC KK;

INVENTOR : YAMAGUCHI AKIRA;

INT.CL. : H01L 21/66 G01B 11/30 G01N 21/88

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR
INSPECTING SILICON WAFER FOR
CRYSTAL DEFECT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To inspect a silicon wafer at a high speed by detecting the epitaxial crystal defect of the wafer with high sensitivity by combinedly using a differential interferometer type microscope and a CCD image pickup element and catching an abnormal spot as a luminescent point by using the image pickup element, and then, judging whether or not the luminescent point is a crystal defect based on picture information.

SOLUTION: At the time of inspecting a silicon wafer with an inspection device provided with a differential interferometer type microscope and a CCD image pickup element, the silicon wafer is retained in the visual field of the microscope. The CCD image pickup element is driven at a high speed to check whether or not luminescent points exist on the surface of the wafer and, when a luminescent point is found, the picture of the point is taken with the image pickup element so as to judge whether the point is a crystal defect. After the coordinates of the position of the luminescent point are decided, the CCD image pickup element is immediately switched to a two-dimensional CCD image pickup element and the picture of the luminescent point is taken with the element based on recorded positional information on luminescent points. Then whether or not the luminescent point is a crystal defect is judged by judging the shape of the point from the obtained picture information.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-354599

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J

G 0 1 B 11/30

C 0 1 B 11/30

D

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

E

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-176716

(22) 出願日

平成10年(1998)6月9日

(71) 出願人 595114023

エム・イー・エム・シー株式会社

東京都千代田区二番町5番地J

(72) 発明者 山口 昭

栃木県宇都宮市清原工業団地11番2 エ

ム・イー・エム・シー株式会社内

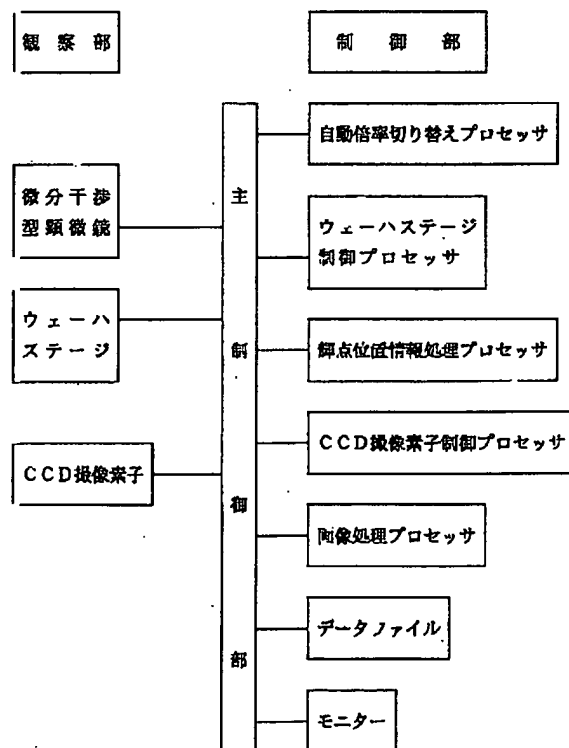
(74) 代理人 弁理士 渡邊 一平

(54) 【発明の名称】 シリコンウェーハの結晶欠陥の検査方法、および同方法に使用する結晶欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 正確で、且つ迅速なエピタキシリアルシリコンウェーハの結晶欠陥を検査する装置及び同装置を用いたエピタキシリアルシリコンウェーハの結晶欠陥検査方法の提供。

【解決手段】 CCD撮像素子と微分干渉型顕微鏡とを備えた装置に於いてCCD撮像素子を高速でスキャンさせながら、シリコンウェーハの異常である輝点を検出させ、次いでこの輝点の座標位置を決定させて、より高倍率で輝点を形状情報として捉え、この情報に基づきゴミか欠陥かを判別する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 微分干渉型顕微鏡と、該微分干渉型顕微鏡により捉えられた画像を撮影するためのCCD撮像素子と、被検査体であるシリコンウェーハを保持する手段と、該シリコンウェーハ上を同ウェーハのX及び/又はY軸方向に沿って該CCD撮像素子を用いて高速でスキヤニングする手段と、該シリコンウェーハ表面上に輝点が認められるか否かを判断する手段と、認められた輝点の位置決めをする手段と、認められた輝点が結晶欠陥であるか否かを判断するための画像を該CCD撮像素子で撮影するための手段と、該CCD撮像素子により撮影された輝点が結晶欠陥であるか否かを判断する手段と、該CCD撮像素子による画像を写し出すモニター手段とから構成されるシリコンウェーハの結晶欠陥検査装置。

【請求項2】 該CCD撮像素子が一次元CCD撮像素子と二次元CCD撮像素子とから成るものである請求項1に記載の結晶欠陥検査装置。

【請求項3】 請求項1に記載の装置を用いて、微分干渉型顕微鏡に連動したCCD撮像素子を高速で駆動させ、輝点があるかを検査させ、輝点が検出された時点で輝点位置座標を決定・記録させ、輝点位置座標を記録させた後、直ちにCCD撮像素子の機能を二次元CCD撮像素子に変更させ輝点の撮影を行わせるか、又は、被検査体のスキヤニングの終了後記録されている輝点位置座標情報に基づいて同輝点を二次元CCD撮像素子で撮影させて、得られた画像情報による形状判別により結晶欠陥であるか否かを判断することを特徴とするシリコンウェーハの結晶欠陥の検査方法。

【請求項4】 該CCD撮像素子が一次元CCD撮像素子と二次元撮像素子とから構成されている装置を使用する請求項3に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は半導体デバイス製造に用いるシリコンウェーハの結晶欠陥の検査装置および同装置を利用したシリコンウェーハの結晶欠陥の検査方法に関する。更に詳しくは、微分干渉型顕微鏡とCCD撮像素子を組合わせて欠陥位置を調べ、その欠陥位置に関する画像情報を得てその形状から真のシリコンウェーハの結晶欠陥とゴミとを区別することの出来る検査装置及び同装置を利用したシリコンウェーハの結晶欠陥の検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 シリコンエピタキシャル成長時に形成される結晶欠陥は、基板上のゴミあるいはキズを核にして(111)面方向に異常成長するため、一辺がエピタキシャル膜厚さの $\sqrt{2}$ 倍あるいはそれ以上の大きさの盛り上がった欠陥となる。その高さは数ナノメートルから数ミクロンの広い範囲で存在する。このような結晶欠陥の上にデバイスチップを製造すれば直ちに不良品が発生

することとなる。この結晶欠陥を、表面に付着したゴミと区別して検出するか、若しくはその形状情報を得るための従来の検査方法としては次のようなものが挙げられる。

【0003】 a. レーザーゴミ検出装置による検出
レーザー光の乱反射現象を用いたゴミ検出機のサイズ判別機能を用い、数ミクロン以上の大きなゴミを便宜的に結晶欠陥と見なす方法。最近の優れた洗浄技術の結果、ミクロン単位のゴミは1〜2個以下となっており、大きなものを結晶欠陥と見なせばより安全な品質管理として使えるという考え方であるが、ゴミを結晶欠陥として取り扱うリスクを完全には回避できず、その点で正確さに欠ける方法である。また、この方法に於いては、転位を伴わないなど軽度のなだらかな凸型の欠陥は乱反射を起こさないため検出できず、転位を有していてもそれが軽微な欠陥の場合には、転位の両端の僅かな乱反射をとらえることができて、その地点だけの小さなゴミとしてしか検出できないため実際の欠陥の全体像は捉えられないと言う欠点がある。

【0004】 b. レーザーゴミ検出装置で検出された輝点位置情報を顕微鏡に取り込み、当該位置を観察する方法

この方法では、輝点位置を微分干渉型顕微鏡で観察するため、形状判断が可能であるが、ゴミ検出装置が捉えた位置のみを検査することとなり、上記レーザーゴミ検出装置による検査と同様にゴミ検出装置が捉えることが出来ない軽微な欠陥の情報については得られない点が最大の欠点である。

【0005】 c. 微分干渉型顕微鏡による全面スキヤニング観察

微分干渉型顕微鏡を用い、50〜100倍程度の倍率でウェーハ上を全面スキヤニングしながら観察すれば、軽微なものを含め全ての欠陥を調べることができる。ゴミはこの倍率では通常見えないことが多く、結晶欠陥は効率よく捉えられるが、操作そのものは人的な作業であるため極めて効率が悪く、大量のウェーハの検査には全く使用できないと言う欠点がある。

【0006】 d. 微分干渉顕微鏡とCCD撮像素子及び画像処理機能の組み合わせ

cの方法を自動化するためCCDで全面を検索する方法であるが、ステップ方式で1視野毎に2次元画像を取り込んで判別を行うため、シリコンウェーハの全面の検査が終了するまでに長時間が掛かると言う問題を有している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記のような現状に鑑みてなされたものであり、シリコンウェーハに付着しているゴミとシリコンウェーハに形成されている結晶欠陥をより正確にかつ高速で判別検査することのできる装置および判別検査方法を提供せんとするもの

である。

【0008】

【課題を解決するための手段】 シリコンエピタキシャル膜成長時に、ゴミや欠陥を核として異常成長する結晶欠陥は、通常のゴミ検査装置ではその正確な数や形状をとらえることが困難であることに着目し、高さ方向の感度に優れた微分干渉型顕微鏡とCCD撮像素子を組み合わせることで、XあるいはY方向にウェーハをスキャンしながら直交する方向にCCD撮像素子を一次元的に使用して異常箇所が輝点として捉えられることを利用し、その輝点の位置検出を行い、検出された輝点については2次元CCD撮像素子による画像を画像情報として取り込み、この画像情報を基に結晶欠陥とゴミとを区別することで高速に検査を行うことのできるように構成された装置により上記課題を解決する。

【0009】 シリコンエピタキシャル膜成長時に形成される結晶欠陥を、高さ方向に優れた感度を持つ微分干渉型顕微鏡と一次元的CCD撮像素子で自動的に高速でウェーハ全面を検索して欠陥位置を求めるとともに、2次元CCD像の画像判別を行って一般ゴミと区別し、かつ結晶欠陥の形状情報を得られるようにするものである。

【0010】 シリコンウェーハのエピタキシャル層の結晶欠陥は、(100)結晶方位を持つ基板ウェーハを用いるMOS用エピタキシャルウェーハでは(111)面に沿って結晶が異常成長するため表面での欠陥サイズはエピタキシャル厚さの少なくとも $\sqrt{2}$ 倍となる。エピタキシャルの厚さは通常3ミクロン以上が多いことから、欠陥の大きさは4ミクロンを超えることとなる。これは微分干渉顕微鏡の最低倍率50倍を用いてもその存在を輝点として十分に捉えることができる大きさである。顕微鏡に一次元及び/又は二次元CCD撮像素子を装備して低倍率でスキャンしながら、スキャン方向に対して直角に配置されたCCD撮像素子により輝点位置のみの検出を高速で行う。輝点を検出した時に位置X-Y座標をコンピュータに記憶させるとともに、必要に応じて倍率を適宜拡大し、当該位置を中心に入るように被検査体であるシリコンウェーハの保持手段であるステージを移動させ、次いで2次元CCD撮像素子を駆動させ、輝点の画像を取り込み、画像処理手段を用いて欠陥とゴミの判別を行う。輝点が捉えられた時点で、二次元CCD撮像素子を駆動させても良く、また、一次元CCD撮像素子によるウェーハの全面スキャン終了後に輝点を記録されている位置情報に基づき二次元CCD撮像素子で撮影することによりウェーハの全面検査を完了させても良い。

【0011】

【発明の実施の形態】 図1は本発明に係る検査装置の構成を示す模式図である。即ち、本発明は、微分干渉型顕微鏡と、該微分干渉型顕微鏡のより捉えられた画像を

撮影するためのCCD撮像素子と、被検査体であるシリコンウェーハを微分干渉型顕微鏡の視野に保持するための手段と、該シリコンウェーハ上を同ウェーハのXおよび/又はY軸方向に沿って該CCD撮像素子を持ちいて高速でスキャンする手段と、該シリコンウェーハ表面上に輝点が認められるか否かを判断する手段と、認められた輝点の位置決めをする手段と、認められた輝点が結晶欠陥であるか否かを判断するための画像を該撮像素子で撮影するための手段と、該CCD撮像素子により撮影された輝点が結晶欠陥であるか否かを判断する手段と、該CCD撮像素子により捉えられた輝点を撮影する手段と、該撮像素子により捉えられた画像を写し出すモニター手段とから構成されるシリコンウェーハの結晶欠陥検査装置と、同装置を用いて、CCD撮像素子を高速で駆動させ、輝点があるかを検査させ、輝点が検出された時点で輝点位置座標を決定させ、輝点位置座標を決定させた後直ちにCCD撮像素子を二次元CCD撮像素子に切り替えさせて輝点を該CCD撮像素子により画像を撮影させるか、又は、被検査体のウェーハのスキャン操作が終了後記録されている輝点位置情報に基づいて同輝点を二次元CCD撮像素子で撮影をさせ、得られた画像情報による形状判別により結晶欠陥であるか否かを判断することを特徴とするシリコンウェーハの結晶欠陥の検査方法が提供される。

【0012】 CCD撮像素子は、一次元CCD撮像素子と二次元撮像素子から構成されていても、また、一次元撮像素子と二次元撮像素子との機能を兼ね備えたものでもよい。CCD撮像素子は、図1に示した制御部のCCD撮像素子制御プロセッサにより制御され、一次元CCD撮像素子と二次元CCD撮像素子との機能間同士の切り替え、又は一次元CCD撮像素子から二次元撮像素子への切り替え、若しくはその逆の切り替えは同プロセッサにより行われる。被検査体の保持手段、即ち、ウェーハステージは、微分干渉型顕微鏡の被検査体の保持手段をそのまま利用しても、独立したウェーハステージを設けても良い。CCD撮像素子を用いて、シリコンウェーハをそのX軸またはY軸の方向に沿ってスキャンする手段としては、ウェーハステージを上記方向に特定の速度で移動させることの出来る手段であれば良く、通常は微分干渉型顕微鏡に被検査体の保持手段と一体的に組み込まれている。移動は、図1に示した制御部のウェーハステージ駆動制御プロセッサにより制御される。シリコンウェーハ上に輝点が認められるか否かを判断する手段としては、CCD撮像素子により取り込まれた画像を輝点であるか否かを判断することのできるソフトが組み込まれた図1に示した制御部の画像処理プロセッサが使用される。輝点として認められた箇所の位置決めをする手段とその位置情報について記録する手段としては、輝点位置情報処理用のソフトが組み込まれた図1に示した制御部の輝点位置情報処理プロセッサが使用される。

輝点を撮影するに際しては、図1に示した自動倍率切り替えプロセッサにより微分干渉型顕微鏡の倍率を拡大してから行う。スキャンモードでの倍率の選択もこの自動倍率切り替えプロセッサにより行う。撮影された輝点が結晶欠陥であるか否かの判断をする手段としては、図1に示した制御部の画像処理プロセッサが使用される。全ての検査記録は、図1に示す制御部のデータ記録用メモリに記録される。CCD撮像素子により捉えられた画像をモニターするためにモニター手段が設けられている。

【0013】 図2及び図3はそれぞれ本発明に係るシリコンウェーハの結晶欠陥を検査する方法の一つの態様の手順を示すフローチャートである。図2に示した方法に於いては、輝点が検出された段階で、一次元CCD撮像素子によるスキャンを中断して輝点の画像を二次元CCD撮像素子で撮影し、これを画像処理して結晶欠陥であるかを形状判断し、記録用メモリに記録させる態様のものである。図2に示したものは、1次元CCD素子が輝点情報をとらえた時点で、そのX-Y座標をコンピュータに記録させ、被検査体のシリコンウェーハのスキャンが終了した時点で、輝点位置にステージを移動し、観察倍率を変えて2次元CCDにより形状情報を取り込む態様に関するものである。図2に示す方法による場合には、ウェーハステージを一次元CCDによるスキャン開始位置迄移動させた後、低倍率に設定した微分干渉型顕微鏡によりスキャンを開始し、輝点が検出されたところで、輝点の座標位置を読み取り、記録すると共に、ステージを移動させて、輝点がモニターの画面中央になるようにし、微分干渉型顕微鏡の倍率を上げて、二次元CCD撮像素子を駆動させて、画像を画像処理プロセッサにより取り込み、取り込んだ画像を同プロセッサによる画像処理機能により結晶欠陥かゴミかを判別した後、スキャンモードに戻ってスキャンが終了するか、次の輝点が検出されるまで検索を続ける。次の輝点が検出された場合には、上記と同じ操作を繰り返せばよい。図3に示す検査方法の場合には、輝点が検出された段階で、輝点の座標位置を記録させておき、スキャンが終了した時点で、ウェーハステージの移動動作から画像処理の操作までを行えばよい。勿論輝点が複数ある時には、全輝点の画像処理による形状判断が終了するまで同一の操作を繰り返せばよい。

【0014】 以下に本願発明に係わる方法によりシリコンウェーハの結晶欠陥を検査した例を示す。図4は結晶構造が大きく乱れた欠陥で、光の乱反射量も多いためゴミ検出装置でもとらえることができる。図5は比較的なだらかな凸型欠陥であるが、高さは数ナノメートルの場合もあり、乱反射を起こさないため、ゴミ検出装置では検出できず、微分干渉型顕微鏡でのみとらえることができる。表面には転位が出ていないが、この欠陥の下には核となった異物が存在する。また、表面直下に転位が存在することもある。深い領域まで利用するデバイスを製造する場合、これらの欠陥が歩留まりの低下をもたらす。エピタキシャル結晶欠陥は、平面的なサイズが大きいため、点欠陥と異なり、多数のトランジスタが不良となりそのチップは救済回路を設けても、救済ができる様な欠陥ではない。図6は巨大ゴミの典型例であるが、現在使用されているゴミ検査装置ではこれを結晶欠陥と区別することが難しいが、本発明に係る方法によれば充分に区別できる。

【0015】

【発明の効果】 以上の方法により、高さの変化に敏感な微分干渉型顕微鏡を用いてエピタキシャル結晶欠陥を高感度に検出できると同時に、最初から1視野毎の画像を取り込むステップ方式に比べて無駄な動作がない分高速に検査できる。ゴミとの判別ができると同時に欠陥位置及び形状情報が速やかに得られるので、より詳細な品質管理が可能となると同時に、欠陥の発生原因の調査、改善に重要な情報を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るシリコンウェーハの結晶欠陥検査装置の一態様に係る装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明に係る結晶欠陥検査の方法の一態様を示すフローチャート図である。

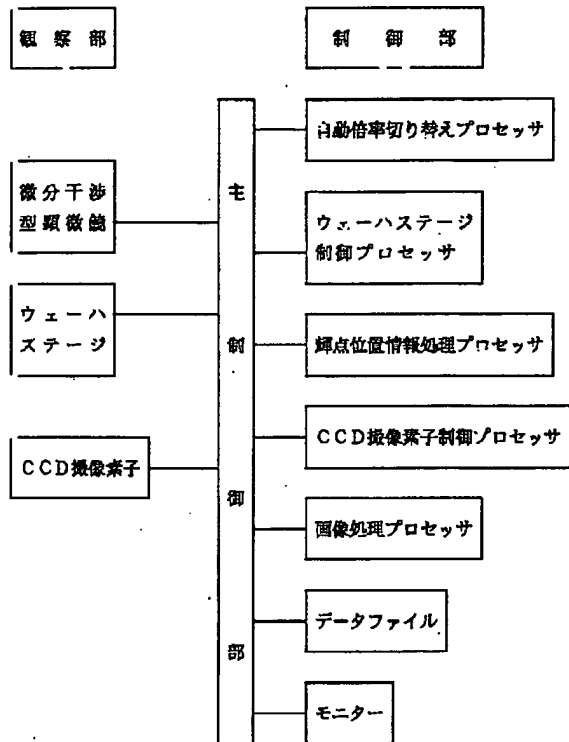
【図3】 本発明に係るシリコンウェーハの結晶欠陥検査方法の別の態様を示すフローチャート図である。

【図4】 典型的なエピタキシャル結晶において、結晶構造が乱れたものの例を示す写真である。

【図5】 典型的なエピタキシャル結晶における／凸型欠陥の例を示す写真である。

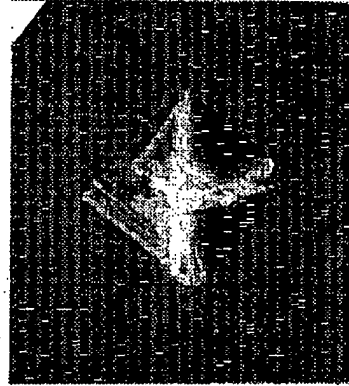
【図6】 典型的なエピタキシャル結晶上に付着した巨大ゴミ粒子の形状を示す写真である。

【図1】



【図4】

図面代用写真



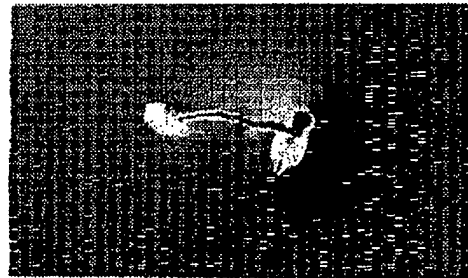
【図5】

図面代用写真

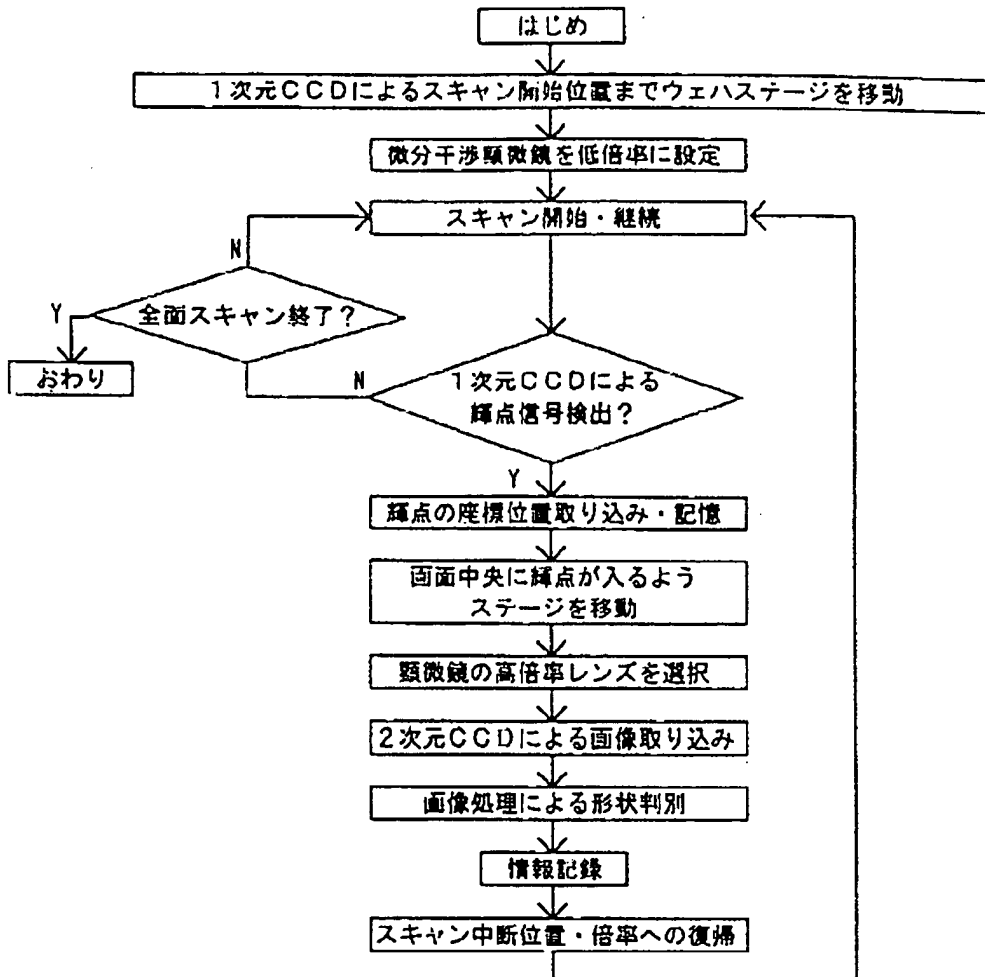


【図6】

図面代用写真



【図2】



【図3】

